

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-319613

(43)Date of publication of application : 08.12.1995

(51)Int.Cl.

G06F 3/03  
G06F 3/03

(21)Application number : 06-108690

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 23.05.1994

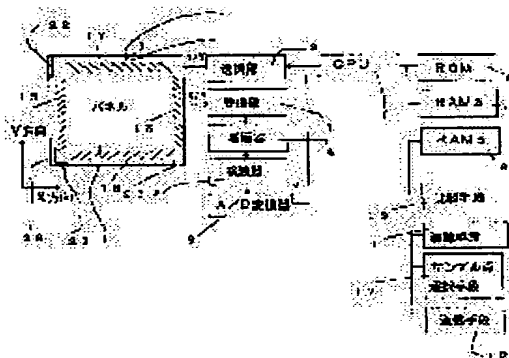
(72)Inventor : TAKAHASHI EIZO  
KABURAGI CHIHARU

## (54) TOUCH PANEL INPUT DEVICE AND ITS CONTROL METHOD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To reduce noise included in a received signal and sampling error and to improve the resolution of a detected position by providing a position detecting method for an ultrasonic system touch panel.

**CONSTITUTION:** This touch panel input device consists of a panel 1 which can propagate a surface acoustic wave and attenuates the surface acoustic wave by a contacting body on the panel 1, a sending-out means 2 for the surface acoustic wave, a receiving means 3, transmitting and receiving circuit means 2 and 3 for the surface acoustic wave, an amplifying means 4, a detecting means 5, an A/D converting means 6, a storage means 8 which stores a value after A/D conversion, a comparing means 13 which detect the place of attenuation of the surface acoustic wave by a touch, and a sample point selecting means 12 and an arithmetic means 11 which determines the touch position according to the attenuation quantity of the received waveform.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3417053

[Date of registration] 11.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-319613

(43) 公開日 平成7年(1995)12月8日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 0 6 F 3/03

識別記号 庁内整理番号  
3 4 0  
3 8 0 A

F 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-108690

(22) 出願日 平成6年(1994)5月23日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 ▲高▼橋 英三

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 鐘木 千春

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

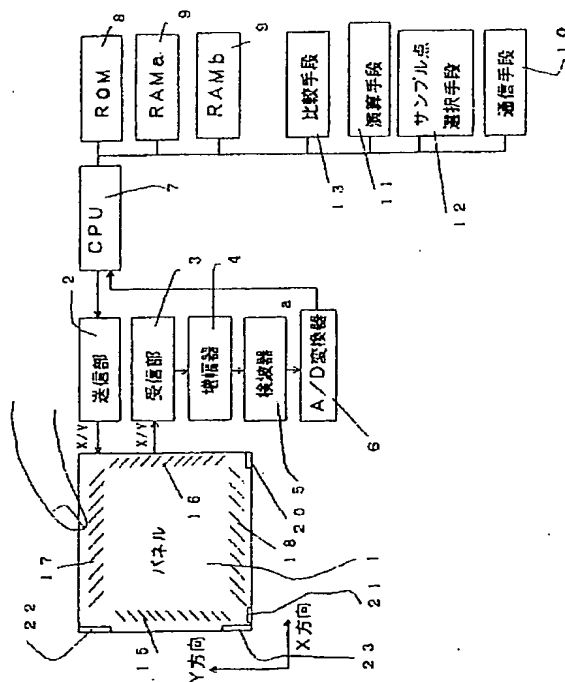
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 タッチパネル入力装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は超音波方式タッチパネルにおいて、位置検出方法を提供することにより、受信信号に含まれるノイズ及びサンプリング誤差を軽減し、検出位置の分解能を向上させる。

【構成】 表面弾性波が伝播可能なパネルで、かつパネル上の接触物によって表面弾性波の減衰を伴うパネルと、表面弾性波の送出手段、受信手段、その表面弾性波の送信及び受信回路手段、増幅手段、検波手段、A/D変換手段、A/D変換後の値を記憶する記憶手段、タッチによる表面弾性波の減衰箇所を検出するための比較手段、受信波形の減衰量によりタッチ位置を決定するサンプル点選択手段及び演算手段により構成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面弾性波を発生する表面弾性波発生手段と、

前記表面弾性波の一部を反射し偏向せしめる複数の表面弾性波反射手段と、

前記複数の表面弾性波反射手段によって偏向された複数の表面弾性波を検出して電気信号に変換する表面弾性波検出手段と、

前記表面弾性波発生手段、前記複数の表面弾性波反射手段及び前記表面弾性波検出手段を備え、前記表面弾性波を伝播せしめるパネルと、

前記電気信号から前記パネル上に接触している接触物体の接触位置を求める位置検出手段とを有するタッチパネル入力装置に於いて、

前記位置検出手段は、前記接触物体が存在しないときの前記電気信号の波形と位置検出を行う際の前記電気信号の波形とを比較して差分波形を出力する波形比較手段と、

前記差分波形を所定のしきい値と比較するしきい値比較手段と、

前記差分波形の内、前記しきい値近傍の波形を補正して補正波形を得る波形補正手段と、

前記補正波形と前記しきい値との2の交点から前記パネル上の前記接触物体の位置を求める位置演算手段とを有してなることを特徴とするタッチパネル入力装置。

【請求項2】 請求項1記載のタッチパネル入力装置に於いて、前記位置検出手段は、前記電気信号を一定の時間間隔のデータ列に変換するサンプリング手段を更に備えてなることを特徴とするタッチパネル入力装置。

【請求項3】 請求項2記載のタッチパネル入力装置に於いて、前記サンプリング手段は、A/Dコンバータからなることを特徴とするタッチパネル入力装置。

【請求項4】 請求項3記載のタッチパネル入力装置に於いて、前記位置検出手段は、前記接触物体が存在しないときの前記電気信号の波形を記憶する第1の記憶手段と、位置検出を行う際の前記電気信号の波形を記憶する第2の記憶手段とを更に有してなることを特徴とするタッチパネル入力装置。

【請求項5】 請求項2乃至4記載のタッチパネル入力装置に於いて、前記波形補正手段は、前記データ列の内、前記しきい値に最も近い2の最近接データと該データに隣接する他のデータとを用いて近似曲線を得る、近似曲線生成手段であることを特徴とするタッチパネル入力装置。

【請求項6】 請求項5記載のタッチパネル入力装置に於いて、前記他のデータは、前記最近接データの内、前記しきい値との差の小さい方の最近接データに隣接するデータであることを特徴とするタッチパネル入力装置。

【請求項7】 請求項1乃至6記載のタッチパネル入力装置に於いて、前記位置演算手段は前記補正波形と前記

しきい値との2の交点の midpoint を前記パネル上の前記接触物体の位置とする如く構成されてなることを特徴とするタッチパネル入力装置。

【請求項8】 表面弾性波を発生する表面弾性波発生手段と、

前記表面弾性波の一部を反射し偏向せしめる複数の表面弾性波反射手段と、

前記複数の表面弾性波反射手段によって偏向された複数の表面弾性波を検出して電気信号に変換する表面弾性波検出手段と、

前記表面弾性波発生手段、前記複数の表面弾性波反射手段及び前記表面弾性波検出手段を備え、前記表面弾性波を伝播せしめるパネルと、

前記電気信号から前記パネル上に接触している接触物体の接触位置を求める位置検出手段とを有するタッチパネル入力装置の制御方法に於いて、

前記接触物体が存在しないときの前記電気信号の波形と位置検出を行う際の前記電気信号の波形とを比較して差分波形を出力する波形比較工程と、

前記差分波形を所定のしきい値と比較するしきい値比較工程と、

前記差分波形の内、前記しきい値近傍の波形を補正して補正波形を得る波形補正工程と、

前記補正波形と前記しきい値との2の交点から前記パネル上の前記接触物体の位置を求める位置演算工程とを有してなることを特徴とするタッチパネル入力装置の制御方法。

【請求項9】 請求項8記載のタッチパネル入力装置の制御方法に於いて、前記波形比較工程は、前記電気信号を一定の時間間隔のデータ列に変換するサンプリング工程と、前記接触物体が存在しないときの前記電気信号の波形を記憶する第1の記憶工程と、位置検出を行う際の前記電気信号の波形を記憶する第2の記憶工程とを更に有してなることを特徴とするタッチパネル入力装置の制御方法。

【請求項10】 請求項9記載のタッチパネル入力装置の制御方法に於いて、前記波形補正工程は、前記データ列の内から前記しきい値に最も近い2の最近接データと該データに隣接する他のデータとを抽出する近接データ抽出工程と、該近接データを用いて近似曲線を得る近似曲線生成工程とからなることを特徴とするタッチパネル入力装置の制御方法。

【請求項11】 請求項10記載のタッチパネル入力装置の制御方法に於いて、前記近接データ抽出工程は、前記2の最近接データと前記しきい値との差を求め、該差の小さい方の最近接データに隣接するデータを前記他のデータとすることを特徴とするタッチパネル入力装置の制御方法。

【請求項12】 請求項8乃至11記載のタッチパネル入力装置の制御方法に於いて、前記位置演算工程は、前

記補正波形と前記しきい値との2の交点の中点を求め、該中点を前記パネル上の前記接触物体の位置とすることを特徴とするタッチパネル入力装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、指またはペンを用いて入力可能なタッチパネル入力装置に関し、特に入力位置信号の処理に関する。

【0002】

【従来の技術】従来この種の技術には、指入力方式とペン入力方式とがある。その中で、指入力を対象とするもの、特に表面弾性波（超音波）方式タッチパネルは、特開昭61-239322号に開示された以下に説明するごときものであった。その制御ブロックを図2に示し、これを用いてX方向の検出制御につき説明する。CPU7により送信部2を起動し、バースト波を電氣的に発生させる。電気振動はパネル上のX方向送信用トランスデューサ22により機械振動に変換されパネル上には、表面弾性波が送出される。送出された表面弾性波は直進性を持ち、図中のX方向にほぼ直進的に進行する。直進的に進行する表面弾性波の一部はパネル上のX方向反射素子群17中の1の反射素子により反射されて90度偏向され、残りは透過する。透過した表面弾性波はX方向反射素子群17の次の反射素子により同様な作用を受ける。この様に反射作用を受けた表面弾性波はパネルのX方向反射素子群17に垂直方向に経路差に応じた時間差を持って進行する。経路差に応じた時間差を持った表面弾性波は、X方向反射素子群18により再度反射されて90度の偏向を受ける。そこで、再度反射を受けた複数の表面弾性波は同一の経路を通り、X方向受信用トランスデューサ23に受信される。こうしてX方向受信用トランスデューサ23で受信した機械振動は再度電気振動に変換され受信部3へ送られる。変換された電気振動は、増幅器4により増幅され、検波器5によって検波される。この様にしてX方向受信用トランスデューサ23から出力される電気振動は図3に示す実線の波形に変換される。その波形をA/D変換器6により量子化し、RAMa9aに格納する。図3は非タッチ時の受信波形で、図中、横軸は時間軸であり、送信部から出力されてから受信部へ入力されるまでの経路長に応じて所用時間も異なるため、A/D変換器6の出力は図のような分布を示す。次にタッチ時の受信波形を図4に示す。パネル上のタッチされた点を通る表面弾性波はタッチした物体により吸収されて減衰を受けるため、その位置を通る経路に対応する時刻の受信信号レベルは小さくなる。このように非タッチ時の受信波形をRAMb9bに格納し、タッチ時の受信波形と比較することによって、タッチ位置を確定することができる。タッチ位置は減衰の箇所が最大になる部分であり、その位置を正確に求めるにはサンプリング間隔を細分化するか、受信波形を微

分してゼロクロスを検出する。以上、X方向の位置検出について説明したが、Y方向でも同様の検出を行うことによりパネル上のタッチ位置のX及びY座標を検出できる。ここで、タッチパネルの基本的分解能はサンプリング間隔に大きく依存し、サンプリング間隔 $t$ 、表面弾性波の伝播速度を $v$ とすると、分解能は次式で表される。

【0003】分解能 $= t \times v / 2$ ・・・式-1

しかもサンプリング誤差を加味するとその実際に得られる分解能は次式となる。

【0004】分解能 $= t \times v$ ・・・式-2

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の位置検出装置では、タッチパネルの分解能は受信波形のサンプリング間隔 $t$ 及び重畳するノイズに大きく依存する。その検出位置のバラツキと減衰波形との関係を図9に示す。図9は、ノイズが重畳した場合、非タッチ時の波形とタッチ時の波形との差分を表す波形で、a、b、cはそれぞれタッチ幅を変化させた場合の減衰波形を示している。図では破線の部分がノイズによって得られる減衰波形のバラツキを示し、図中の太線はピーク検出法によって、タッチ位置を検出した場合の検出位置のバラツキの幅を示す。ここで、検出位置のバラツキを分解能と定義すると太線の長さが分解能ということになる。図9からわかる様に、検出位置をピーク値検出法によって判断すると、aに示すようにタッチ幅が広い場合に、ピーク値は飽和し、分解能は悪化する。逆にbに示すタッチ幅が小さい場合も、急峻な減衰波形は得られないため、分解能は悪くなる。このように、ピーク位置をタッチ位置とする方法ではタッチ位置検出を確実にには行えないという問題を有する。この問題は微分によりゼロクロスする位置をタッチ位置とする位置検出方法に於いても同様に存在する。しかも受信信号波形に対してノイズ成分がある場合、サンプリング間隔 $t$ を小さくしても分解能は改善されないという問題を有する。

【0006】本発明はこのような課題を解決するためになされたもので、受信信号波形のノイズ成分による分解能低下への影響を軽減し、サンプリング間隔 $t$ よりも高い分解能を実現し、指入力だけでなく比較的減衰振幅の小さいペンによる入力をも可能にするタッチパネル入力装置を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明のタッチパネル入力装置は、表面弾性波を発生する表面弾性波発生手段と、表面弾性波の一部を反射し偏向せしめる複数の表面弾性波反射手段と、複数の表面弾性波反射手段によって偏向された複数の表面弾性波を検出して電気信号に変換する表面弾性波検出手段と、表面弾性波発生手段、複数の表面弾性波反射手段及び表面弾性波検出手段を備え、表面弾性波を伝播せしめるパネルと、電気信号からパネル上に接触している接触物体の接触位置を求める位置検

出手段とを有するタッチパネル入力装置に於いて、位置検出手段は、接触物体が存在しないときの電気信号の波形と位置検出を行う際の電気信号の波形とを比較して差分波形を出力する波形比較手段と、差分波形を所定のしきい値と比較するしきい値比較手段と、差分波形の内、しきい値近傍の波形を補正して補正波形を得る波形補正手段と、補正波形としきい値との2の交点からパネル上の接触物体の位置を求める位置演算手段とを有してなることを特徴とする。

【0008】また、位置検出手段は、電気信号を一定の時間間隔のデータ列に変換するサンプリング手段を更に備えてなることを特徴とする。

【0009】更に、このサンプリング手段は、A/Dコンバータからなることを特徴とする。

【0010】そして、位置検出手段は、接触物体が存在しないときの電気信号の波形を記憶する第1の記憶手段と、位置検出を行う際の電気信号の波形を記憶する第2の記憶手段とを更に有してなることを特徴とする。

【0011】また、波形補正手段は、データ列の内、しきい値に最も近い2の最近接データと、このデータに隣接する他のデータとを用いて近似曲線を得る、近似曲線生成手段であることを特徴とする。

【0012】この他のデータは最近接データの内、しきい値との差の小さい方の最近接データに隣接するデータであることを特徴とする。

【0013】また、位置演算手段は補正波形としきい値との2の交点の midpoint をパネル上の接触物体の位置とする如く構成されてなることを特徴とする。

【0014】そして、本発明のタッチパネル入力装置の制御方法は、接触物体が存在しないときの電気信号の波形と位置検出を行う際の電気信号の波形とを比較して差分波形を出力する波形比較工程と、差分波形を所定のしきい値と比較するしきい値比較工程と、差分波形の内、しきい値近傍の波形を補正して補正波形を得る波形補正工程と、補正波形としきい値との2の交点からパネル上の接触物体の位置を求める位置演算工程とを有することを特徴とする。

【0015】

【作用】本発明の位置検出手段は、電気信号を一定の時間間隔のデータ列に変換するA/Dコンバータ等のサンプリング手段を備え、波形比較手段で第1の記憶手段に記憶された接触物体が存在しないときの電気信号の波形と、第2の記憶手段に記憶された位置検出を行う際の電気信号の波形とを比較して差分波形を出力する。この差分波形はしきい値比較手段に於いて所定のしきい値と比較される。波形補正手段は、データ列の内、しきい値に最も近い2の最近接データと、この最近接データの内、しきい値との差の小さい方の最近接データに隣接する他のデータとを用いて近似曲線を得る。そして位置演算手段は、この近似曲線としきい値との2の交点の midpoint をパ

ネル上の接触物体の位置として求める。

【0016】

【実施例】図1は本発明の第1の実施例におけるタッチパネル入力装置のブロック構成を示す図である。送信部2はパネル1上に表面弾性波バーストを発生させる。パネル1上に発生した表面弾性波バーストはX方向反射素子群17により複数の経路に分岐される。複数の経路に分岐した表面弾性波バーストはX方向反射素子群18により、各々の経路長に対応する時間差をもって、同一の経路に再度合流し、受信部3により受信される。受信された信号波形は増幅器4により増幅、検波器5により検波され、図3の連続した曲線に示すような実線波形となる。その信号波形をA/D変換器6により一定周期で量子化すると図3の曲線上のサンプル点（白丸で示す点）になる。この一定周期で量子化したデータを、RAMa9aに格納する。次にタッチされたか否かを検出するために、同様に表面弾性波バーストを送出し、表面弾性波の受信を行い、RAMb9bに格納する。その時、タッチが行われればその受信信号波形は図4に示す曲線上の実線の波形となり、A/D変換器6により量子化すれば曲線上のサンプル点となる。図中の斜線部分はタッチによる表面弾性波の減衰を示す。RAMa9aとRAMb9bに格納されたそれぞれのデータを比較手段13により処理して対応する時刻毎に差分を取ったデータとし、図5に白丸でプロットした減衰波形を得る。実線はサンプリング点（白丸の点）を実験データから推定して描いたものである。図6は図5の減衰箇所拡大図で、便宜的に減衰箇所を示すために各サンプリング点を $P_{n-1}$ 、 $P_n$ 、 $P_{n+1}$ 、 $\dots$ 、 $P_{n+7}$ とする。この減衰箇所に対して、スレシホールドレベルTHを設定し、THより大きいサンプリング点がある場合に、波形の減衰があったと判断できる。通常スレシホールドレベルTHは受信信号波形に重畳するノイズレベルより大きい値に設定される。減衰箇所が検出され、タッチが行われたと判断すると、次にサンプル点選択手段12により演算手段11に渡される減衰点が決まる。即ち、サンプル点選択手段12では、図6に示す様な減衰波形に対してスレシホールドレベルTH近傍の連続する3つのサンプリング点を減衰箇所の立ち上がり部分に於いて選択する。次に立ち下り部分でも同様の連続する3点を選択する。ここで連続する3点はスレシホールドレベルTHを挟む2点と、更にその2点に隣あう一方の点を選択する。その第3の点の選択方法を以下に詳細に説明する。

【0017】まず、スレシホールドレベルTHを挟むサンプリング点に対して次の演算を行う。図7は図6の立ち上がり部分に於いての演算方法を説明する図である。図7の様に、スレシホールドレベルを挟む点、 $P_{n+1}$ 、 $P_{n+2}$ を選択する。次にその点に関する減衰量（A/D値）に対して次の様な比較を行う。

【0018】

$DIF1 = TH - A/D(P_{n+1})$  . . . 式-3  
 $DIF2 = A/D(P_{n+2}) - TH$  . . . 式-4  
 ここで、 $A/D(P_x)$ は、サンプリング点 $P_x$ 点に於ける $A/D$ 値を示している。 $DIF1 \geq DIF2$ の場合、即ち $P_{n+2}$ の $A/D$ 値の方が $P_{n+1}$ の $A/D$ 値よりもスレシホールド値 $TH$ に近い場合には、第3のサンプリング点は $P_{n+2}$ に隣接するサンプリング点 $P_{n+3}$ とされる。従って、演算手段に渡す点は $P_{n+1}$ 、 $P_{n+2}$ 、 $P_{n+3}$ となる。次に $DIF1 < DIF2$ の場合、即ち $P_{n+1}$ の $A/D$ 値の方が $P_{n+2}$ の $A/D$

値よりもスレシホールド値 $TH$ に近い場合には、第3のサンプリング点は $P_{n+1}$ に隣接するサンプリング点 $P_n$ とされる。従って、演算手段に渡す点は $P_n$ 、 $P_{n+1}$ 及び $P_{n+2}$ となる。

【0019】また、サンプリング点がスレシホールドレベル $TH$ に一致する場合は、そのサンプリング点と前後の点とを演算手段11に渡す。立ち下がり部分についても同様である。

【0020】サンプル点選択手段12により選択された立ち上がり部分の3点、立ち下がり部分の3点、合計6点を用いて演算手段11は、減衰波形が立ち上がり、たち下がりのそれぞれに於いてスレシホールドレベル $TH$ と等しくなる時刻 $Ths$ 及び $Th e$ を算出する。演算手段11では渡された3点の内の任意の2点間を必要な時間軸の分解能に応じて更に $M$ 等分する。即ち、時間軸の原点を第1のサンプリング点の対応する時刻とし、単位を $1/M$ とした新たな座標系を用いる訳である。すると、立ち上がりに関する時刻 $Ths$ を得る場合の3点は

$(0, A/D(P_n))$ 、 $(M, A/D(P_{n+1}))$ 、 $(2M, A/D(P_{n+2}))$ に座標変換されることになる。以降の演算処理を図8を用いて更に詳細に説明する。図8に示す様に、上述のようにして黒丸で示される3点がサンプル点選択手段12で選択され、その3点を使用した最小自乗法による直線補間を行うと、近似した一次関数からスレシホールドレベル $TH$ と等しくなる時刻が $0 \sim 2M$ の数値で得られる。この様にして設定したスレシホールドレベルに対し、減衰波形の立ち上がり部分、立ち下がり部分がスレシホールドレベル $TH$ と等しくなる時刻を、最小自乗法により近似した一次関数から求めることにより、サンプリング間隔 $t$ よりも

細分化した時刻が得られる。そして、このようにして求めた $Ths$ 、 $Th e$ の中点をタッチ位置とすることによりタッチパネル上の $X$ 又は $Y$ の一次元の位置を正確に特定することができる。こうして得られる分解能は次式5で表される。

【0021】分解能 $= t \times v / 2M$  . . . 式-5

この様な処理を $X$ 方向、 $Y$ 方向でそれぞれ行うことによりタッチパネル上の2次元のタッチ位置を正確に特定することができる。こうして算出したタッチ位置の座標

は、通信手段10を介してPC等ホストに転送される。

【0022】

【発明の効果】このようにして、ノイズの影響、サンプリング誤差を軽減することで、サンプリング間隔から得られる分解能よりも高い分解能を得ることを可能とし、表面弾性波方式タッチパネル入力装置において、ペン入力としても使用可能とし、しかも分解能を上げるためにサンプリング間隔を小さくすることから発生する記憶手段の容量増加を抑制することを可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示すブロック構成図。

【図2】従来技術の例を示すブロック構成図。

【図3】図1、2のaの部分にて観測される非タッチ時の受信波形をサンプリングした波形を示す図。

【図4】図1、2のaの部分にて観測されるタッチ時の受信波形をサンプリングした波形を示す図。

【図5】図3の受信波形から図4の受信波形との差をとり減衰量を示す図。

【図6】図5の減衰量を示す波形を拡大した図。

【図7】図5において演算手段に渡すサンプル点を選択する点を示す図。

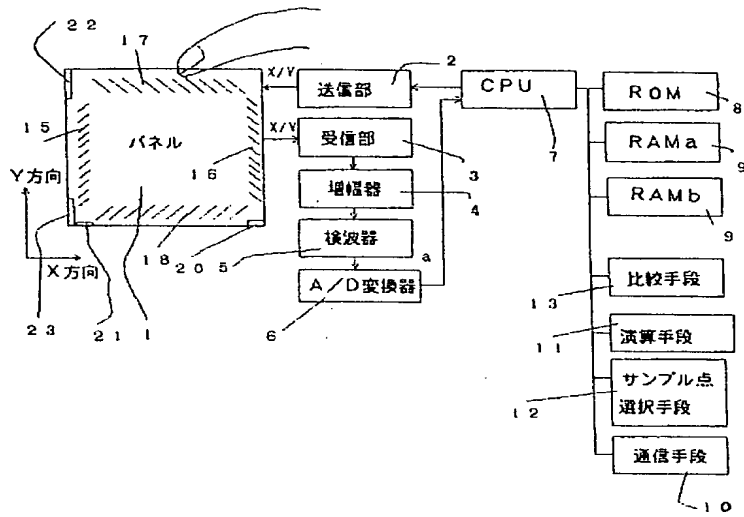
【図8】図6の減衰波形の立ち上がり部分・立ち下がり部分のスレシホールドレベルを挟む点と他の1点で最小自乗法により直線補間を行った図。

【図9】従来の位置検出方法による検出位置のバラツキを作図的に表現した図。

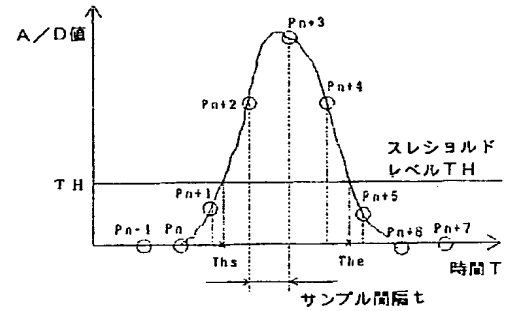
【符号の説明】

- 1 . . . パネル
- 2 . . . 送信部
- 3 . . . 受信部
- 4 . . . 増幅器
- 5 . . . 検波器
- 6 . . .  $A/D$ 変換器
- 7 . . . CPU
- 8 . . . ROM
- 9 a . . . RAM a
- 9 b . . . RAM b
- 10 . . . 通信手段
- 11 . . . 位置検出手段
- 12 . . . サンプル点選択手段
- 13 . . . 比較手段
- 15 . . . Y方向反射素子群
- 16 . . . Y方向反射素子群
- 17 . . . X方向反射素子群
- 18 . . . X方向反射素子群
- 20 . . . Y方向送信用トランスデューサ
- 21 . . . Y方向受信用トランスデューサ
- 22 . . . X方向送信用トランスデューサ
- 23 . . . X方向受信用トランスデューサ

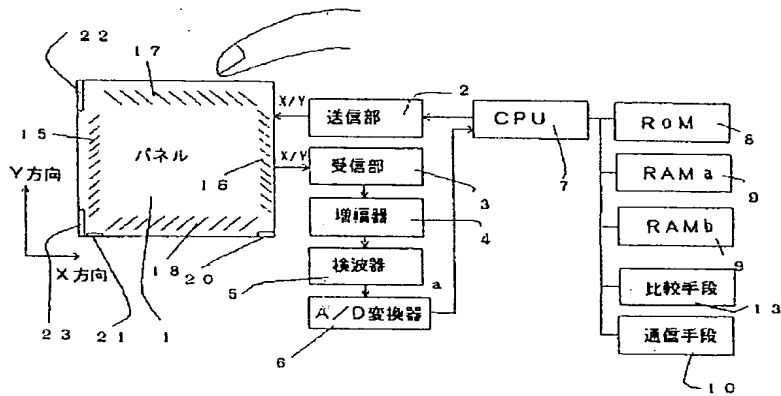
【図1】



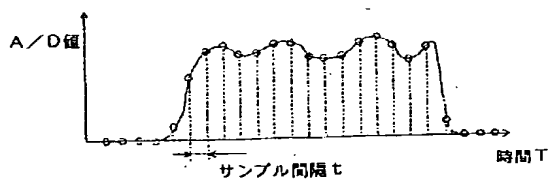
【図6】



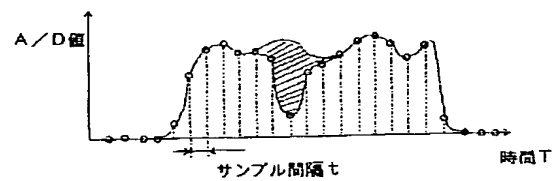
【図2】



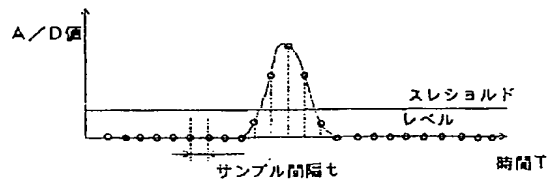
【図3】



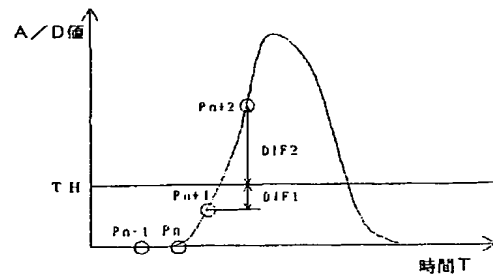
【図4】



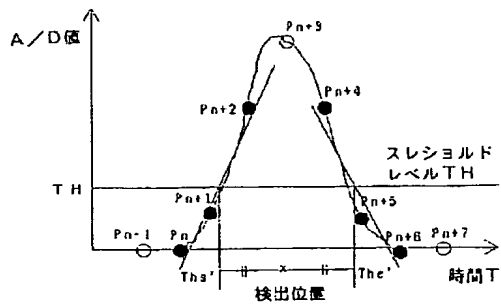
【図 5】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

